

การทำวิจัยเรื่องดาวคู่แบบบังกัน

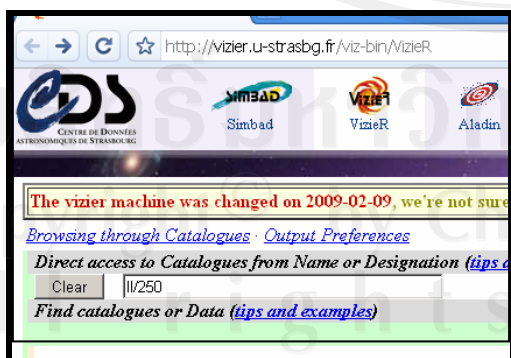
ขั้นตอนกระบวนการทำวิจัย

1. การเลือกดาว
2. การวางแผนเก็บข้อมูล
3. การเก็บข้อมูล
4. การทำ reduction
5. การทำ Photometry
6. การแปลง JD $\rightarrow$ HJD
7. การหาจุดต่ำสุดของกราฟแสง
8. การหาสมการ Ephemeris ใหม่
9. การหา O-C
10. Residual ของ O-C
11. การทำเฟส
12. การทำ Light Curve
13. การนำเสนองาน

1.การเลือกดาว

ดาวแปรแสงที่เลือกอาจเป็นแบบ W Uma;EW (contact binary) หรือ Algol;EA (semi-detach binary) ก็ได้ โดยเลือกจาก

<http://vizier.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR> เลือกแคตตาล็อก II/250 Combined General Catalogue of Variable Stars



เลือกข้อมูลชุดแรก

(c) The GCVS4.2 Catalog (Vol. I-III) (38624 rows)

ถ้าจะทำดาว EA Algol (Beta Persei)-type eclipsing systems เลือกประเภทดาวเป็น EA ในช่อง

และเซต Maximum Entries per table:

unlimited

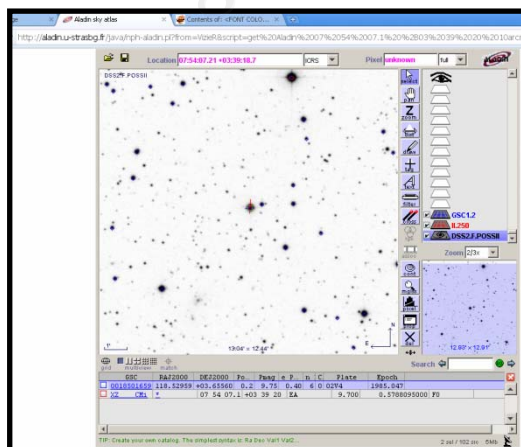
จะได้ข้อมูลแบบนี้

DEJ2000		"dms"
u_DEJ2000		(char)
n_Pos		(char)
VarType	EA	(char)

<u>Full</u>	<u>RAJ2000</u> <u>"h:m:s"</u>	<u>DEJ2000</u> <u>"d:m:s"</u>	<u>GCVS</u>	<u>RAJ2000</u> <u>"h:m:s"</u>	<u>DEJ2000</u> <u>"d:m:s"</u>	<u>VarType</u>	<u>magMax</u> <u>mag</u>	<u>Period</u> <u>d</u>
1	23 37 40.4	+50 14 34	GH And	23 37 40.4	+50 14 34	EA	13.500	
2	00 33 46.7	+44 04 10	HR And	00 33 46.7	+44 04 10	EA	14.700	1.235700
3	00 55 03.4	+40 37 01	IP And	00 55 03.4	+40 37 01	EA	16.800	3.079800
4	00 10 03.2	+46 23 25	V0342 And	00 10 03.2	+46 23 25	EA	7.580	

เลือกดาวที่คาบสั้น แมกนิจูดมากกว่า 11 อยู่ในช่วงเวลาที่สามารถถ่ายภาพได้ มีดาวสว่างอยู่ใกล้เคียงเพื่อใช้เป็นดาวเปรียบเทียบและดาวเขต มีข้อมูลเก่ามากพอที่จะค้นคว้าได้

1. คาบสั้น พอที่จะถ่ายได้ เช่น 0.2 วัน หรือ 5 ชั่วโมง ไม่ควรเลือกดาวที่คาบหลายวัน เพราะใช้เวลาในการถ่ายนานเกินไป
2. แมกนิจูด มากกว่า 11 เพราะวากล้องสามารถถ่ายได้ประมาณนี้ แต่ถ้าจำเป็นก็ต้องเลือกดาวที่สว่างมากที่สุดเท่าที่เลือกได้ แล้วลองถ่ายดูเพื่อเชค SNR โดยต้องมีค่าอย่างน้อย 100 ข้อมูลถึงจะดี โดยถ่ายที่ binning 2 เพิ่มเพื่อความไวแสง
3. อยู่ในช่วงเวลาที่ถ่ายได้ คือเป็นกลุ่มดาวฤดูหนาว เห็นได้ตั้งแต่หัวค่ำ แล้วถ้าถ่ายได้ถึงเช้ายิ่งดี ช่วงเวลาที่ถ่ายได้อย่างปลอดภัยคือประมาณเดือนธันวาคมถึงมกราคม แต่ก็อาจถ่ายพฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์ก็ได้ แต่ละเดือนดาวขึ้นเร็วขึ้นประมาณ 2 ชั่วโมง ดังนั้น ควรวางแผนให้ดีกว่าจะถ่ายดาวดวงไหนช่วงเวลาใด
4. ควรมีดาวสว่างอยู่ใกล้เคียงอย่างน้อย 2 ดวง ที่ไม่เป็นดาวแปรแสง แมกนิจูด ใกล้เคียงกัน เพราะเราใช้วิธี differential photometry ในการวัดแสงดาว จึงไม่ควรเลือกดาวที่สีต่างกัน เพราะจะมีปัญหาเรื่อง extinction



5. ควรมีข้อมูลเก่าที่มีคนทำมาก่อน แล้ว มากพอที่จะใช้อ้างอิงได้ เช่น ดาว XZ CMi ,มีดาวสว่างอยู่ใกล้เคียงหลายดวง

รูปภาพจาก Aladin aladin.u-strasbg.fr

เป็นดาวที่ขึ้นช่วงหัวค่ำในฤดูหนาว

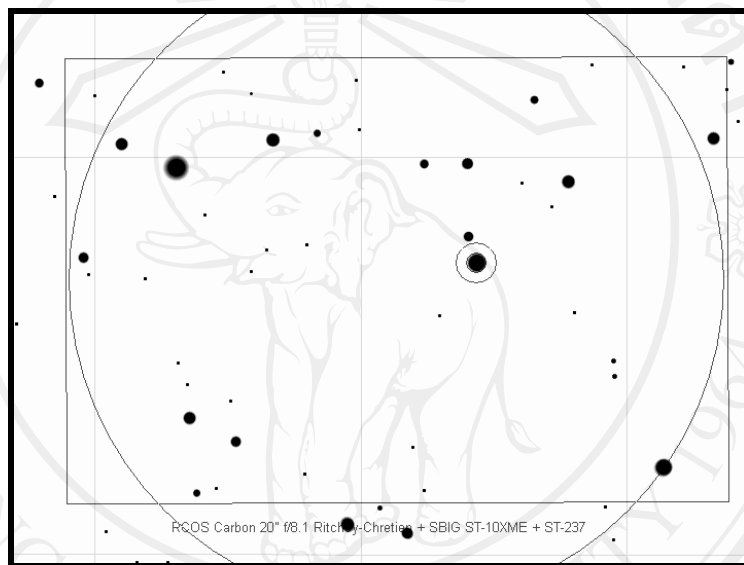
มีแมกนิจูดประมาณ 10 และดาวใกล้เคียงก็มีแมกนิจูดประมาณ 10

คาบประมาณครึ่งวัน สามารถถ่ายหลายวันเพื่อให้ครบคาบได้ไม่ยาก

มีข้อมูลอ้างอิงมากพอ ดูที่ References (41 between 1850 and 2009)

http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/sim-id?Ident=V*%20XZ%20CMi

6. รูปภาพฟิลด์ของกล้องจาก TheSky จัดให้ดาวอยู่ในตำแหน่งที่ต้องการ ทั้งดาวแปรแสง ดาวเปรียบเทียบและดาวเชค



2. การวางแผนเก็บข้อมูล

1. ดูสภาพอากาศจาก <http://www.tmd.go.th/> ทั้งภาพถ่ายดาวเทียม เรดาร์และแผนที่อากาศ
2. ดูภาพถ่ายดาวเทียมจาก <http://www.chanwittaya-cgeo.net/NOAA/>
3. ดูพยากรณ์อากาศที่ <http://weather.cnn.com/weather/forecast.jsp?locCode=VTTH&zipCode=527723462547>
<http://www.tmd.go.th/province.php?id=2>
4. ดูช่วงเวลาที่สามารถเก็บข้อมูลได้จาก <http://www.as.up.krakow.pl/minicalc/CMIXZ.HTM>

โดยเปลี่ยนเวลาคอมพิวเตอร์เพื่อดูเวลาที่ต้องการเก็บข้อมูลได้ ว่าเฟสที่ต้องการอยู่ช่วงเวลาใด

Light elements: **HJD = 2452500.041 + E x 0.578813** Current JD 2454875.77827

Current cycle (epoch) 4105

Current orbital phase **0.49880**

Computed times of minima :

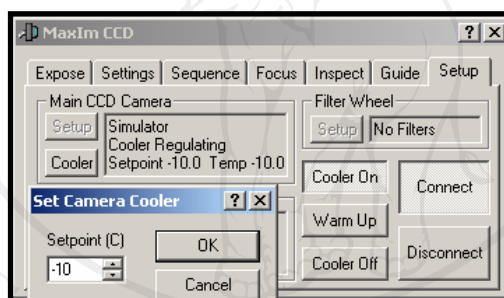
Date: Time: Type: HJD:

13-02-2009 06:44	pri	2454875.48955
13-02-2009 13:41	sec	2454875.77896
13-02-2009 20:38	pri	2454876.06837
14-02-2009 03:35	sec	2454876.35777
14-02-2009 10:31	pri	2454876.64718

5. ควรมีเพื่อนไปด้วยอย่างน้อย 1 คน และเตรียมอาหาร เครื่องดื่มและอุปกรณ์อย่างอื่นที่จำเป็นไปด้วย

3. การเก็บข้อมูล

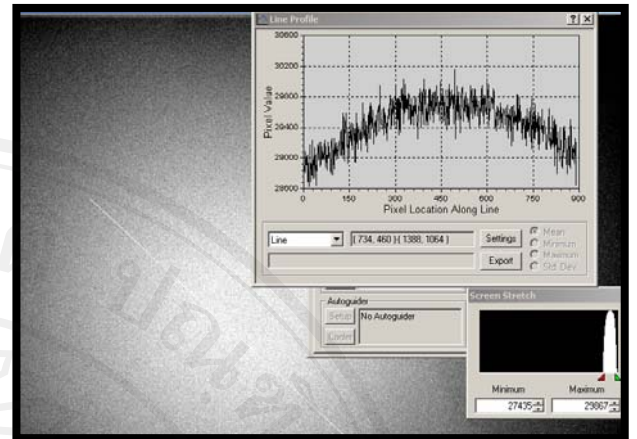
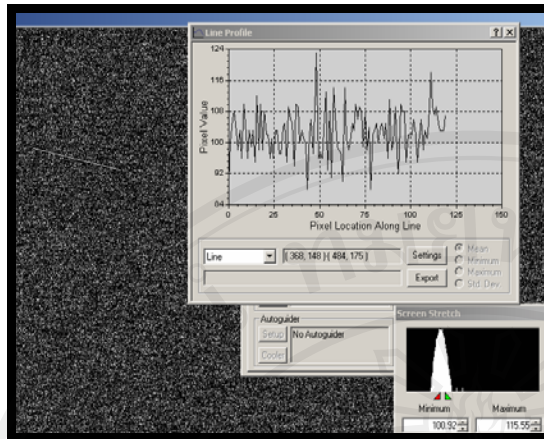
1. เดินทางขึ้นหอดูดาวก่อนเวลาที่ต้องการถ่ายภาพประมาณ 2 ชั่วโมง แต่ต้องขึ้นก่อน 2 ทุ่ม เพราะด่านป่าไม้ปิด 2 ทุ่ม
2. เปิดคอมพิวเตอร์ ฐานกล้อง ซีซีดี โปรแกรมMaxIm cool ccd ที่อุณหภูมิ $T_{\text{ห้อง}} - 30$



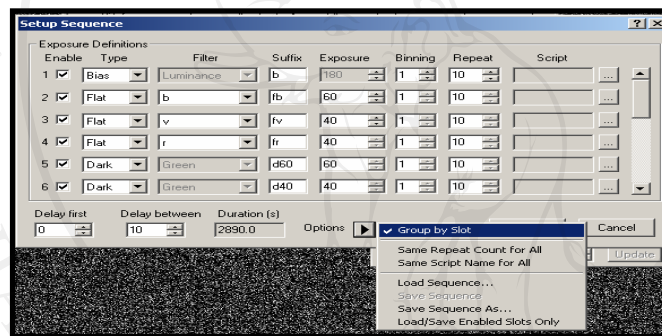
3. ลองถ่ายภาพ รอนน้ำแข็งหมด ย้ายกล้องไปยังจากขา เปิดไฟแรงสุด ถ่าย bias 10 รูป ถ่าย flat filter b v r โดยให้มีความเข้มแสงประมาณ 2 – 30000 อย่างละ 10 รูป และถ่าย dark ของ flat โดยใช้เวลาเท่ากับที่ถ่าย flat ถ่าย dark ดาว เท่ากับเวลาที่ถ่ายภาพ อีก 10 รูป รวม 10 bias 10

flatb 10 flatv 10 flatr 10 darkfb 10 darkfv 10 darkfr 10 darksb 10 darksv 10 darksr

Fb = flat filter b sb = star filter b ถ้าเวลาที่ถ่ายเท่ากันเช่น ดาวถ่าย 60 วินาทีหมด ก็ถ่ายdarkแค่ 60 วินาที 10 รูป



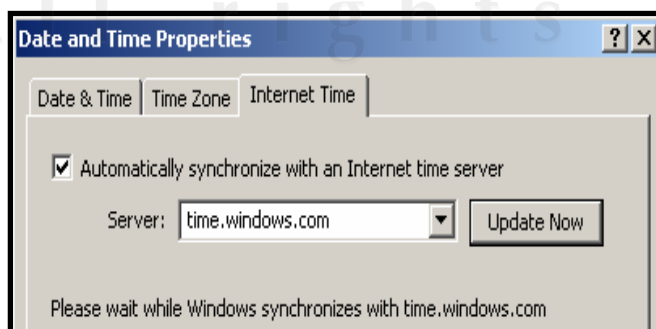
4. ถ่ายภาพโดยใช้ sequence และเปิดค่าโพ่งเพื่อฟังเสียงตอนเวลาถ่ายภาพเสร็จ ถ่ายbias dark flat ก่อนและหลังจากถ่ายดาว



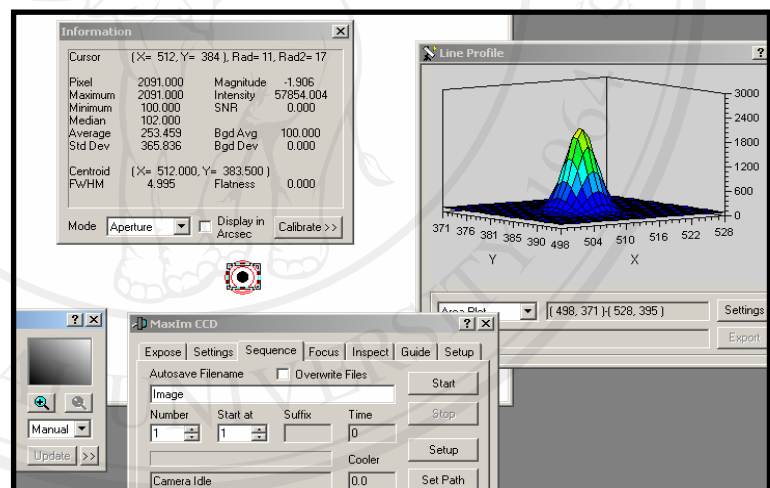
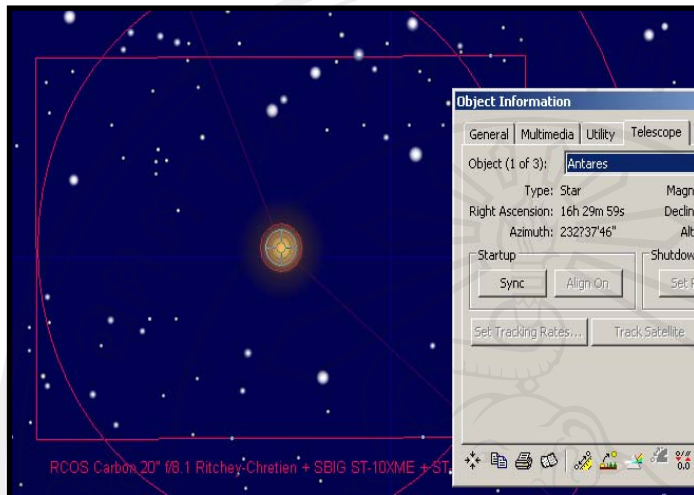
โดยเลือก Group by Slot Save Sequence As.....แล้ว set sequence สำหรับ ถ่ายดาว
แต่ไม่ต้อง Group by Slot แล้วก็เซฟไว้ใช้ต่อไป
อาจถ่ายFlatท้องฟ้าที่ Zenith distance 30° ในทิศตรงข้ามกับSun

5. Check เวลา โดยกดเบอร์ 181 แล้วพยามเซตให้ตรงที่สุดเท่าที่ทำได้ เพราะคลาดเคลื่อน 1 วินาที
เท่ากับ $1/60/60/24=1.15741E^{-05}$ วัน

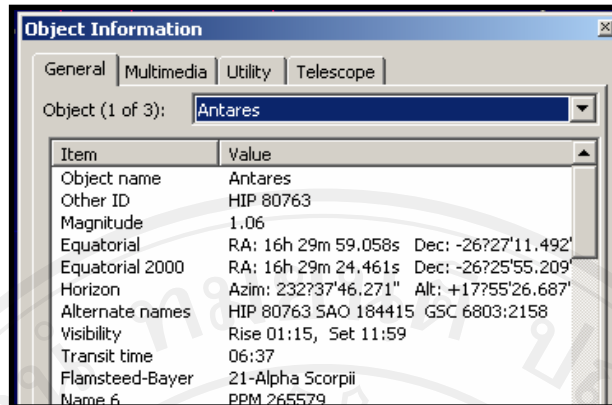
หรือ update ผ่านอินเทอร์เน็ต หรือ Atomic Clock Sync v3.0 ที่ www.worldtimeserver.com



6. Link กล้องกับ TheSky กล้องจะเคลื่อนไปที่ Home Position หรือ HA 2^{hr} Dec 0° ลอง slew กล้องไปที่ดาวสว่างในบริเวณใกล้เคียงกับ Home Position ปรับให้ดาวสว่างอยู่กลางฟิล์ม แล้ว sync



7. กด F ใส่ชื่อดาวเข้าไปในช่อง เช่น gcvs xz cm1 กด slew ปรับดาวให้อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการ เริ่มถ่ายโดยหาเวลาถ่ายภาพที่เหมาะสมก่อน คือ SNR > 100 Intensity < 50000 อาจใช้ binning 2x2 เพื่อลดเวลาในการถ่าย แต่ก็ไม่ควรมากเกินไปที่กล้องสามารถตามดาวได้ หรือน้อยจนเกินไป เมื่อได้เวลาแล้วก็ไปเซตใน sequence อาจ repeat 30 ภาพ ต่อชุด แล้วต้องคอยปรับกล้องให้ดาวอยู่ในฟิล์มที่ต้องการตลอดเวลา



8. เวลาที่ดาวข้าม observer meridian เราต้องเป็นคนปรับเอง โดยข้ามฝั่งแล้วก็หาดาวสว่าง ปรับให้เข้าตรงกลาง sync แล้วก็เล็งหาดาวที่ต้องการถ่าย โดยเวลาที่ดาวข้ามฝั่งสามารถดูได้ที่ Thesky ตรง transit time ควรใช้เวลาในการปรับให้น้อยที่สุดเท่าที่ทำได้ จะได้ไม่เสียเวลาในการถ่ายดาว ควรปรับหลังเวลาทรานซิท ไม่เกิน 10 นาที ไม่งั้นกล้องจะชนกับฐาน

9. ถ่ายภาพดาวเสร็จแล้วถ่าย dark bias flat dark_{flat} อีกครั้ง เสร็จแล้วterminated link ที่ Thesky ปรับกล้องให้ดูม่านน้ำหนักร้อยต่ำสุด หน้ากล้องสูงกว่ากันกล้อง ที่ MaxIm warm up ccd จนเท่าอุณหภูมิห้อง cooler off disconnect ปิด MaxIm ปิด Thesky เขียนข้อมูลลงแผ่น ปิดคอม ปิดหลังคา

4. การทำ reduction $\text{Calibrated Image} = (\text{Raw} - \text{MB} - \text{MD}) / \text{MF}$ ใช้ MaxIm 3

Raw ภาพถ่ายดาว

MB = Median combine Bias

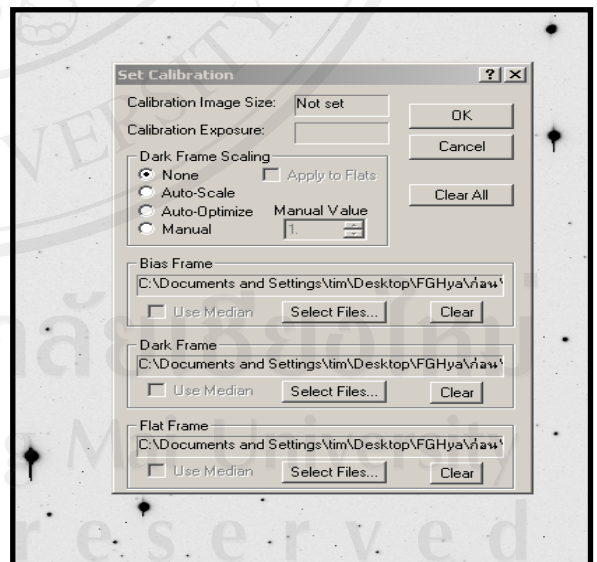
MD = Median combine (Dark – MB)

MF = Median Combine (Flat – Md_{flat} – MB)

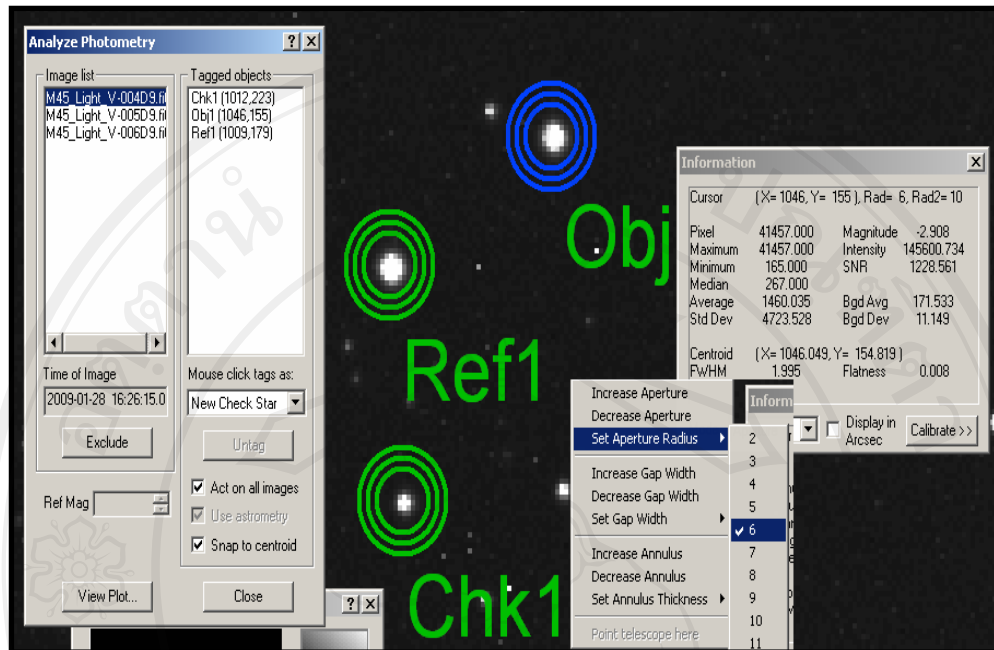
เปิดรูปดาวทั้งหมดหรือเท่าที่เปิดได้ Set Calibration

เลือก MB MD MF ของแต่ละฟิลเตอร์

แล้วก็ Calibrate All เสร็จแล้วก็เซฟ



5. การทำ Photometry



1. เปิดรูปถ่ายดาวทั้งหมดหรือเท่าที่เปิดได้
2. Analyze เลือก photometry
3. ดูค่า FWHM แล้ว set Aperture radius 2 – 3 ของ FWHM เพื่อให้ได้แสงดาวทั้งหมด
4. เลือกวัตถุที่ต้องการวัด
5. ถ้าภาพไหนวงแหวนไม่ตรงวัตถุให้เลื่อนวงแหวนให้ตรงหรือเลือกวัตถุใหม่ แต่ต้อง uncheck Act on all images ออกก่อน
6. Ref. Mag. ถ้าไม่ใส่ค่าจะเป็น 0 แมกนิจูดที่ได้จะเปรียบเทียบกับ ref. คือ $obj. = obj. - ref.$
7. เมื่อวัดเสร็จแล้วดูกราฟที่ view plot แล้วก็ save data แบบทศนิยม 4 ตำแหน่ง ข้อมูลที่ได้จะเป็น JD กับ instrumental magnitude

6. การแปลง JD → HJD

ใช้ไฟล์ Excel จาก <http://www.physics.sfasu.edu/astro/javascript/hjd.html>

Compute HJD			
Star Observed			
RA	DEC		
h m s	° ' "		
20	0 0 0	0 0	

UT	Input	Output	Output
MM/DD/YYYY	Julian Day	Correction (min)	Helio-centric Julian Day
10/9/2005 12:00	2450000.00000000	8.153659131	2450000.00666260
11/8/2005 18:00	2450030.25000000	6.241742322	2450030.254334540
12/8/2005 00:00	2450060.50000000	2.583056244	2450060.501793790
1/8/2006 06:00	2450090.75000000	-1.826803189	2450090.748731390
2/7/2006 12:00	2450121.00000000	-5.717068	2450120.996029810
3/8/2006 18:00	2450151.25000000	-7.986649942	2450151.244453780
4/9/2006 00:00	2450181.50000000	-8.068307343	2450181.494397010
5/8/2006 06:00	2450211.75000000	-6.040145265	2450211.745805450
6/8/2006 12:00	2450242.00000000	-2.503394985	2450241.998605530
7/8/2006 18:00	2450272.25000000	1.634299618	2450272.251134930
8/8/2006 00:00	2450302.50000000	5.368624577	2450302.503728210
9/7/2006 06:00	2450332.75000000	7.779622403	2450332.756402520

Instructions:

Step 1: Enter the Dates in Column A.

Step 2: Enter the coordinates of the star (F5 thru K5).

Step 3: Click on the button labeled "Compute HJD".

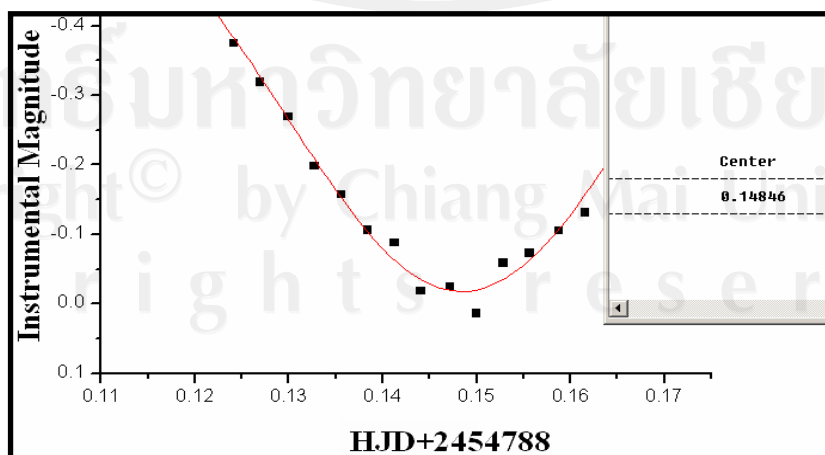
Step 4: The Helio-centric Julian Days will appear in Column E.

Note: The HJD macro can be viewed using the Tools->Macro->Edit menu option.

แก้ Security ของ macro โดย Tools → Macro → Security → Low save ปิด แล้ว เปิดใหม่
กรอก ตำแหน่งของดาว Copy เวลา JD จากไฟล์ที่ได้จาก photometry กด Compute HJD copy
HJD ไปใส่ในไฟล์โฟโตเมตรี

7. การหาจุดต่ำสุด Minimum I & II

1. ตัดข้อมูลช่วงที่ใกล้กับช่วงต่ำสุด เหลือเฉพาะทศนิยม ให้สมมาตร
2. พลอตใน origin แล้ว Analysis fit multi-peaks Gaussian 1 peak
3. หาของแต่ละฟิลเตอร์แล้วนำมาเฉลี่ย ค่าที่ได้ควรต่างกันที่ทศนิยมตำแหน่งที่ 3 หรือ 4



8. การหาสมการ Ephemeris ใหม่

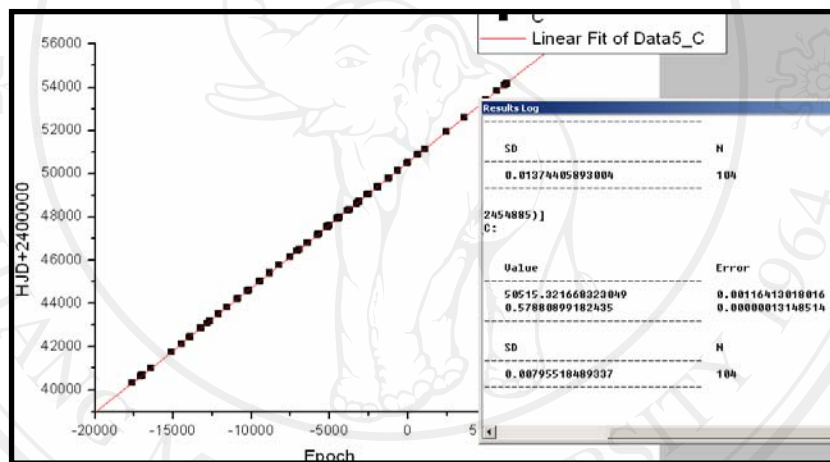
1. หาข้อมูล min. time เก่า จาก

[http://var.astro.cz/ocgate/ocgate.php?star=BN+Peg&submit=Submit\(=en](http://var.astro.cz/ocgate/ocgate.php?star=BN+Peg&submit=Submit(=en)

และ

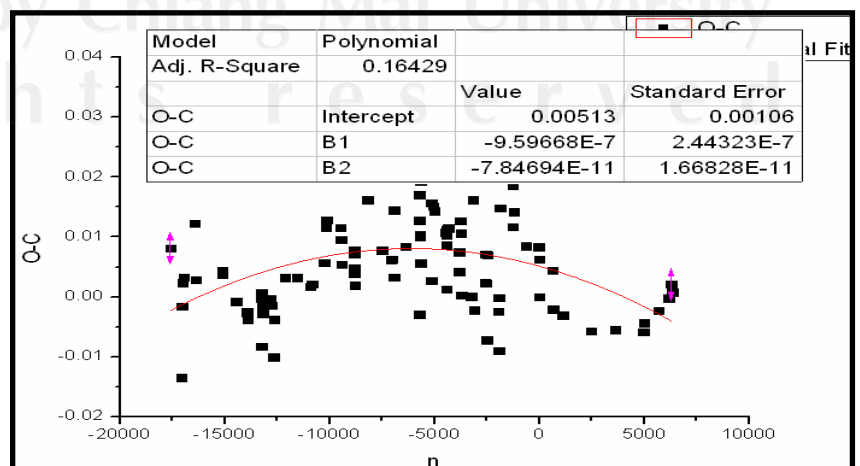
http://www.aavso.org/observing/programs/eclipser/omc/nelson_omc.shtml

2. หาค่า Epoch ข้อมูล min. time ของเรา
3. plot ระหว่าง HJD_{min} (แกน x) กับ Epoch (แกน y) fit กราฟเส้นตรง จะได้ HJD_0 และ คาบใหม่
4. $HJD_0 = 2450515.321668$
5. $P = 0.57880899$



9. การหา O-C

1. นำค่า HJD_0 และคาบใหม่ไปคำนวณ Epoch ใหม่ของ HJD_{min}
2. พล็อตระหว่าง Epoch กับ O-C
3. Fit polynomial order 2
4. หากการเปลี่ยนแปลงคาบ โดยการเทียบสัมประสิทธิ์ $a=B2$ $b=B1$
5. plot residual



10. Residual ของ O-C

ถ้ากราฟ Residual ของ O-C มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะเป็นคาบ อาจมีวัตถุดวงที่ 3 หรือการเปลี่ยนแปลงของระบบ เราสามารถ fit graph เพื่อหาคาบของวัตถุดวงที่ 3 ได้ และหามวลได้ ถ้าทราบมวล M1 และ M2 และมุมเอียงของวงโคจร

$$a' \sin i' = c \frac{\Delta P}{\sqrt{2[1 - \cos(2\pi P_0 / T)]}}$$

$$f(m) = \frac{m_3^3}{(m_1 + m_2 + m_3)^2} \sin^3 i' = \frac{4\pi^2}{GT^2} (a' \sin i')^3$$

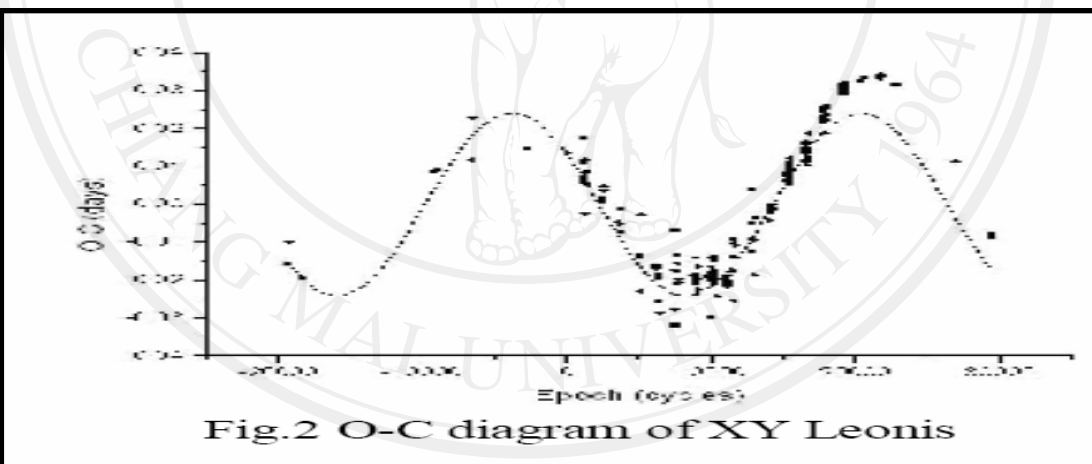


Fig.2 O-C diagram of XY Leonis

$$O-C = -0.02411(0.0005) \times \sin[2.602103205 \times 10^{-4} (2.892842953 \times 10^{-6}) E - 0.561530436(0.04098059838)] \quad (2)$$

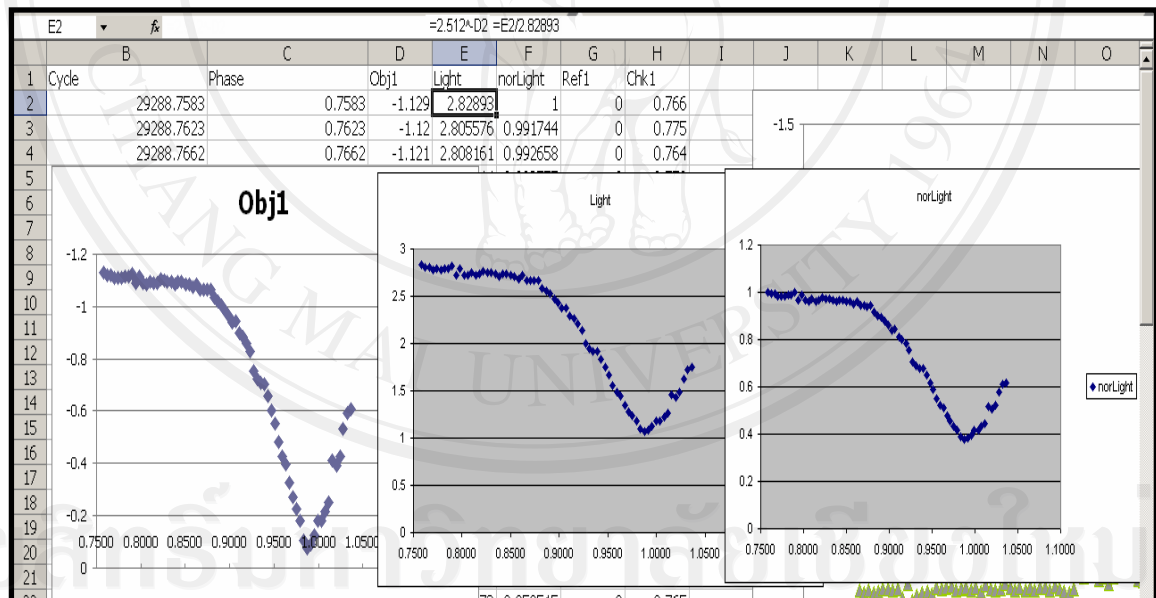
This periodic period change may suggest a third body in this system. If the third body is circular orbit which orbital period is 18.78 years and orbital radius is 4.166 Astronomical unit (AU).

11. การทำเฟส

นำค่า HJD_0 และ P ใหม่ที่ได้มาแทนในสมการ $Phase = (HJD - HJD_0)/P$ เศษที่เหลือคือเฟส

B2	$f_x = (A2 - 2433896.37418978) / 0.71329786$					
	A	B	C	D	E	F
1	HJD	Cycle	Phase	Obj1	Ref1	Chk1
2	2454787.9828	29288.7583	0.7583	-1.129	0	0.766
3	2454787.9856	29288.7623	0.7623	-1.12	0	0.775
4	2454787.9895	29288.7662	0.7662	-1.121	0	0.764

12. การทำ Light Curve



13. การนำเสนองาน

1. paper ควรเขียน ตามลำดับขั้นตอนและนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการณ์มาวิเคราะห์ โดยควรมีข้อมูลของคนอื่นใช้ในการอ้างอิงและตรวจสอบสิ่งที่เราได้ว่ามีความถูกต้องมากน้อยเพียงใด

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล นายยุทธนา บุญทา

วัน เดือน ปี เกิด 7 สิงหาคม 2520

ที่อยู่ปัจจุบัน 115/193 หมู่ 4 ตำบลป่าแดด อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50100

ประวัติการศึกษา

ปีการศึกษา 2539 สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนบ้านกาศวิทยาคม
อำเภอแม่วางจังหวัดเชียงใหม่

ปีการศึกษา 2544 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีครุศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์
สถาบันราชภัฏเชียงใหม่

ประสบการณ์ทำงาน

พ.ศ. 2542 - 2548 โรงเรียนเชียงใหม่เทคโนโลยี อำเภอเมือง
จังหวัดเชียงใหม่

พ.ศ. 2548 – 2549 โรงเรียนนวมวิทย์ (ฝ่ายประถม) อำเภอเมือง
จังหวัดเชียงใหม่